

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11164826 A**

(43) Date of publication of application: **22.06.99**

(51) Int. Cl.

A61B 5/14
A61B 5/00

(21) Application number: **09333922**

(22) Date of filing: **04.12.97**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **MAKI ATSUSHI**
YAMASHITA YUICHI
KOIZUMI HIDEAKI

(54) **ORGANISM LIGHT MEASURING DEVICE**

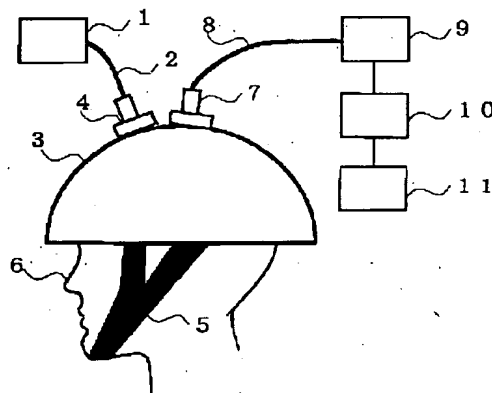
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make an A/D convertor effectively usable and the dynamic range of signals expandable while keeping high speed sampling, by executing preliminary measurement in a short time at organism measurement using light and most suitably setting the bias and amplification factor of the detected organism transmission light intensity.

SOLUTION: The tip end part of an optical fiber 2 which guides light from a light source part 1 is held by an optical fiber guide 4 attached to a helmet-shaped fixing tool 3, and the end face of the optical fiber 2 is made to abut on skin of the head part of a subject. Light is projected from the end face of the optical fiber 2 into the organism of the subject 6, and the organism transmission light scattered in the organism is condensed by an optical fiber 7 for light condensing and inputted into a signal processing control display part 11 via a light detecting part 9 equipped with a bias adjusting circuit and an amplifying circuit and the A/D convertor 10 for photoelectric transduction. Preliminary measurement is carried out at that time and a bias and an amplifying factor are set corresponding to the

detected organism transmission light intensity to improve the measurement accuracy.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-164826

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl.⁶

A 6 1 B 5/14
5/00

識別記号

3 1 0
1 0 1

F I

A 6 1 B 5/14
5/00

3 1 0
1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-333922

(22) 出願日 平成9年(1997)12月4日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 牧 敦

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 山下 優一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 小泉 英明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

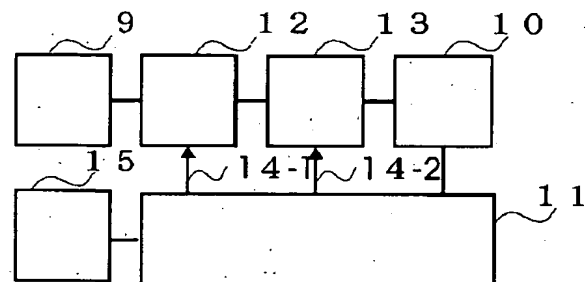
(54) 【発明の名称】 生体光計測装置

(57) 【要約】

【課題】 微弱な生体通過光強度変化を高精度に計測する。

【解決手段】 予備計測および本計測時に、光検出部からの信号をバイアス調整回路および増幅器の設定値を変更することで、最適なアナログーデジタル (A/D) 変換器の計測レンジを確保する。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】生体を通過する光（以降生体通過光と略す）を光電変換する光検出器と、前記光電変換した信号を必要に応じて増幅あるいは任意周波数成分を弁別する回路とによって構成される光検出部を有する生体光計測装置において、前記光検出部後段あるいは内部にバイアス調整回路および増幅器を有し、計測される生体通過光強度と生体通過光強度の雑音に応じて、前記バイアス調整回路における信号加減値及び増幅器の増幅率を設定することを特徴とする生体光計測装置。

【請求項2】請求項1に記載の生体光計測装置において、生体通過光強度を計測するための光照射手段および光検出手段を、被計測者に装着後に予備計測を行い、その後本計測を行うことを特徴とする生体光計測装置。

【請求項3】請求項2に記載の生体光計測装置において、予備計測中に計測される生体通過光強度の平均値からバイアス調整回路の加減値を決定し、予備計測中に計測された生体通過光強度の標準偏差から増幅器の増幅率を決定することを特徴とする生体光計測装置。

【請求項4】請求項2に記載の生体光計測装置において、本計測中の信号サンプル待ち時間に、生体通過光強度の平均値及び標準偏差を演算及び評価し、バイアス調整回路および増幅器の加減値及び増幅率を設定することを特徴とする生体光計測装置。

【請求項5】請求項4に記載の生体光計測装置において、本計測中の任意時刻における最後にサンプルした信号から数えて、N（予め指定する数値）個前までの信号を記憶装置内に記憶することを特徴とする生体光計測装置。

【請求項6】請求項5に記載の生体光計測装置において、前記記憶装置内に記憶されたN個の信号列を母集団とし、生体通過光強度の平均値及び標準偏差を演算することを特徴とする生体光計測装置。

【請求項7】請求項6に記載の生体光計測装置において、前記演算された生体通過光強度の平均値または前記演算された生体通過光強度の標準偏差値が予め設定された範囲外にある場合、バイアス調整回路の加減値または増幅器の増幅率を再設定することを特徴とする生体光計測装置。

【請求項8】請求項7に記載の生体光計測装置において、再設定したバイアス調整回路の加減値及び増幅器の増幅率及び再設定したタイミングを記憶装置に格納することを特徴とする生体光計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光を用いて生体内部の代謝物質を計測する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】可視から近赤外の光を用いた生体機能を計測する装置が、例えば特開昭57-115232号あるいは特

開昭63-275323号に示されている。また、脳機能計測に用いる光トポグラフィ（特願平7-25976号）等がある。これらは、光ファイバー等で代表されるような光導波手段を用い、生体に光を照射し数mmから数cm離れた位置で生体内部で散乱され通過してくる光（以降生体通過光と略す）を集光計測する。計測された生体通過光の強度より、酸化ヘモグロビン及び還元ヘモグロビン等で代表されるような生体内部の光吸収物質の濃度あるいは濃度に相当する値を求める。光吸収物質濃度あるいは濃度に相当する値を求める際には、照射した光の波長に対応した、目的とする光吸収物質の光吸収特性を用いる。一般的に、生体深部を計測する場合には、生体透過性の高い650nmから1300nmの範囲内にある波長の光を用いる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】生体光計測では、計測される生体通過光強度の時間変化を精度良く計測する必要がある。例えば光トポグラフィ（特願平7-25976号）のように、人の脳機能活動に伴う脳内血流変化を、頭皮上より光を用いて計測すると、その生体通過光強度の変化は最大でも2%程度である。

【0004】通常、信号強度は最終的にアナログ→ディジタル（以降A/Dと略す）変換器でA/D変換され、コンピュータなどに取り込まれ記録及び演算される。従って、取り込まれる信号の精度はA/D変換器の性能に依存する。例えば、取り込まれるアナログ信号を12bit(4096)の分解能でディジタル変換するA/Dコンバータを用いると、最大約0.025%の信号変化を計測することが可能となる。この場合、前記したように2%程度の信号変化は、80段階のディジタル値として記録される。そのため、十分な精度は得られない。

【0005】十分な精度を確保するためには16bit(65536)の分解能を有するA/D変換器を用いれば良いが、高価でありさらに変換速度が遅くなってしまう。そこで、高精度なA/D変換器を用いずに、計測信号の精度を改善する必要がある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、光を用いた生体計測時に、短時間の予備的計測を行い、検出された生体通過光強度のバイアスおよび増幅率の最適設定をすることで、効率良くA/D変換器を使用する。また、本計測時には、信号サンプル待ち時間を利用し、通過光強度の信号を監視し、バイアスおよび増幅率の実時間最適設定を行う。本手段によって、実質的なダイナミックレンジを拡大することが可能であり、上記課題が解決される。

【0007】

【発明の実施の形態】（実施例）以降、本発明に基づく実施例を示す。本実施例では、頭部計測を代表的な計測例として示すが、他の生体各部でも同様な手段で課題を

解決することが可能である。生体光計測装置では、生体に 1 点または多点から単数または複数の波長の光を照射し、生体組織で散乱され通過してきた光（以降生体通過光と略す）を集光・検出する。この時、生体組織中にある酸化ヘモグロビン及び還元ヘモグロビン等の各吸光物質固有の吸光特性から、前記吸光物質の濃度あるいは濃度に対応する量を計測することができる。

【0008】本発明は、特に前記生体光計測装置の中で、光集光検出手段後の信号処理手段および方法に関する。照射手段としては例えば、半導体レーザあるいは発光ダイオードあるいはタングステンランプ等で代表される光源、もしくは光源からの光を伝達する光ファイバー及び光ファイバー束（以降両者を総称して光ファイバーと略す）で代表される導波路を用いる。

【0009】光集光検出手段としては、生体通過光を集光し伝達する光ファイバーで代表される導波路と、フォトダイオードあるいはフォトマルチプライヤ等で代表される光検出器からなる。

【0010】図 1 に、理解を助けるために基本的な生体光計測装置構成を示す。生体光計測では、多点入射及び多点検出ができるが、本実施例では簡単のため、基本となる 1 点入射 1 点検出の装置構成によって詳細を示す。また、照射手段及び光集光検出手段としては、光ファイバーを用いた構成を示す。

【0011】照射部は光を発する光源部 1（半導体レーザ、発光ダイオード、ハロゲンランプやキセノンランプで代表されるランプ等）と、光源部 1 からの光を導く照射用光ファイバー 2 からなる。照射用光ファイバーはヘルメット状の固定具 3 に取り付けられた光ファイバーガイド 4 で保持されている。この固定具 3 は固定用ベルト 5 によって、被験者 6 に固定されている。照射用光ファイバー 2 の端面は、被験者頭部の皮膚上に接しており、上記端面より被験者 6 に光が照射される。生体内で散乱された生体通過光は、照射用光ファイバー 2 と同様に頭皮上にその端面を接する集光用光ファイバー 7 で集光される。

【0012】集光用光ファイバー 8 は、固定具 3 に取り付けられた光ファイバーガイド 7 で保持されている。集光された生体通過光は、光検出部 9（フォトダイオード、アバランシェフォトダイオード、CCD、フォトマルチプライヤ等の光電変換素子と増幅回路または必要に応じて任意周波数弁別回路で構成される）で強度が検出され電気信号に変換される。

【0013】変換された電気信号は、アナログーデジタル（以降 A/D と略す）変換器 10 によって A/D 変換され、信号処理及び各機器の制御及び結果を表示する単数あるいは複数の信号処理制御部 11 に送られる。

【0014】図 2 に、本発明に基づく装置構成を示す。本図は、図 1 の光検出部 9 以降を詳細に示す。光検出部 9 において、生体通過光が光電変換され、光電変換され

た電気的信号は、必要に応じて増幅あるいは任意周波数成分が弁別される。光検出部 9 からの電気的信号は、信号加算あるいは減算可能なバイアス調整回路 12 及び増幅回路 13 を通り、A/D 変換器 10 に入力され、信号処理制御部 11 に入力される。ここで、バイアス調整回路 12 及び増幅回路 13 の順序は逆になってもかまわない。また、光検出部 9 内部にバイアス調整回路 12 及び増幅回路 13 が含まれてもかまわない。さらに、バイアス調整回路 12 の信号加算あるいは減算値及び増幅回路 13 の増幅率は、信号処理制御部 11 より制御線 14-1 および 14-2 によって設定される。A/D 変換された信号は記憶装置 15 に格納される。ここで、記憶装置 15 は揮発性記憶装置及び不揮発性記憶装置を意味する。次に、バイアス調整回路 12 の信号加算あるいは減算値及び増幅回路 13 の増幅率の設定方法を説明する。この設定方法は、主に計測制御を行うソフトウェアまたはデジタル回路で動作する。各設定値は、被験者に照射用光ファイバー 2 と集光用光ファイバー 7 の装着後に予備計測を行い、得られた信号強度に基づいて決定される。

【0015】図 3 に、上記設定方法のフローを示し、以下詳細を説明する。

【0016】（ステップ 1）予備計測を開始し、予め設定した任意時間（例えば 10 秒程度）通過光強度計測を行う。

【0017】（ステップ 2）計測値から通過光強度（電圧値）の平均値（V1）及び標準偏差（V2）を演算する。

【0018】（ステップ 3）演算された V1 と予め設定した Vbase から、バイアス調整回路で減算あるいは加算する電圧値を求める（加減電圧値 $V_{bias} = V1 - V_{base}$ で得られる）。ここで、Vbase は予め設定した本計測時のベースライン（Base line）であり、例えば、A/D 変換器の計測レンジが $\pm 100 \text{ mV}$ である時に中央値である $V_{base} = 0 \text{ mV}$ とする。また、演算された V2 と予め設定した A/D 変換器の計測レンジ幅 Vrange から増幅器の増幅率を求める。増幅率 k は、 $k = 1 \times V_{range} / (m \times V2)$ で与える。ここで、1 及び m は予め任意に設定する定数である。

【0019】（ステップ 4）ステップ 3 で演算されたバイアス電圧 V_{bias} をバイアス調整回路に設定する。（ステップ 5）ステップ 3 で演算された増幅率 k を増幅回路に設定する。

【0020】以上予備計測によって設定されたバイアス調整回路および増幅回路の設定値は、図 2 中の信号処理制御部 11 に接続もしくは内蔵された記憶手段 15（ランダムアクセス記憶装置の様な揮発性記憶装置あるいは光磁気または磁気ディスクのような不揮発性記憶装置）に記憶される。

【0021】続いて、本計測時のバイアス調整回路お

よび増幅回路の制御について説明する。生体光計測では、長時間のモニターをすることがあり、生体の代謝活動の揺らぎに起因して、計測信号のベースラインが大きく変動することがある。この場合、予備計測時に設定した、バイアス調整回路および増幅回路の設定値を維持したまま計測を行うと、A/D変換器のレンジをスケールオーバーし、計測不能となる。従って、本計測時中も常時計測信号を監視し、必要に応じてバイアス調整回路および増幅回路の制御を行う。

【0022】図4に、本計測時中の制御方法を示す。

【0023】連続した矩形波で示したシーケンスは、横軸が時間であり、各矩形波はサンプリング時間を表し、各矩形波毎にA/D変換器でデータサンプリングする。サンプリングされる信号はすべて記憶装置に格納される。各矩形波と矩形波間、サンプリング待ち時間である。ここで、任意時間においてサンプリングされた信号をS(i)とし(iは任意時刻において最後にサンプリングされた信号のサンプルカウントを表す)、該サンプリング直後のサンプリング待ち時間内に、バイアス調整回路および増幅回路の監視と設定を行う。このサンプリング待ち

$$V_c - \alpha \leq V_a \leq V_c + \beta$$

ここで、 V_c はA/Dのレンジ内における予め設定する任意の値であり、例えばレンジ中央値(例えばレンジが0mVから100mVであれば50mV)を設定する。*

$$\gamma \leq V\sigma \leq \delta$$

γ 及び δ はあらかじめ設定する許容閾値であり、例えば、 V_r をA/D変換器のレンジ幅(レンジが0mVから100mVであれば100mV)とした時に、 $\gamma = 1/1 \times V_r / m_1$ 、 $\delta = 1/2 \times V_r / m_2$ のように設定する。 $1/1$ 及び $1/2$ 及び m_1 及び m_2 は、予め設定する定数であり、例えば $1/1 = 0.6$ 、 $1/2 = 0.8$ 、 $m_1 = m_2 = 4$ とする。

【0029】(数1)及び(数2)の両条件を満たす場合には、ステップ2-5に進み、どちらかの条件が満たされない場合には、ステップ2-4に進む。

【0030】(ステップ2-4) V_a 及び $V\sigma$ が、それぞれ(数1)及び(数2)の両条件を満たすための、バイアス回路設定値及び増幅回路のバイアス回路加減値及び増幅率を、予備計測時と同様に演算して求める。得られた、設定値に基づきバイアス回路の加減電圧と増幅回路の増幅率を設定する。設定された値と、サンプリングカウントiを記憶装置(不揮発性記憶装置または揮発性記憶装置)に記憶する。

【0031】(ステップ2-5) 次のサンプリングを開始し、ステップ2-1に戻る。

【0032】上記ステップ2-1からステップ2-5までの一連の処理を、計測終了まで繰り返すことで、最適なA/D変換器の計測レンジを確保しながら、生体通過光強度の実時間計測が可能となる。ここで示した処理制御フローは、全信号サンプル待ち時間に、生体通過光強

*時間内に行われる処理は、ステップ2-1からステップ2-5に分けられ、ソフトウェアまたはデジタル回路で動作する。この時点において、N個(Nは予め設定する)の信号列(S(i-N-2)からS(i-1))が記憶装置内に記憶されている。

【0024】(ステップ2-1) S(i) サンプリング後に、既に記憶装置内に記憶されている信号列(S(i-N-2)からS(i-1))に対し、S(i)を追加しS(i-N-2)を消去する。

【0025】(ステップ2-2) 記憶装置内に記憶されたN個の信号列から、該信号列を母集団とする通過光強度の平均値(V_a)および標準偏差($V\sigma$)を演算する。

【0026】(ステップ2-3) 前記ステップ2-2で演算された V_a 及び $V\sigma$ より、計測される通過光強度がA/D変換器のレンジに対して許容範囲内にあるかを判定する。判定は、例えば、(数1)及び(数2)を基準とする。

【0027】

【数1】

…(数1)

* α 及び β はあらかじめ設定する許容閾値である。

【0028】

【数2】

…(数2)

度を評価することを想定しているが、任意に時間毎あるいは任意の複数サンプル毎に評価することも可能である。

【0033】本実施例では、1点計測に関して記載したが、多点計測の場合も、各光検出部以降にバイアス調整回路および増幅回路を設け、各バイアス調整回路および増幅回路毎に、予備計測設定及び本計測設定を行う。

【0034】

【発明の効果】本発明は、生体光計測装置において、簡便な手段によって、高速サンプリングを保ちつつ、信号のダイナミックレンジを拡大できる。従って、計測信号の精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の生体光計測装置の基本構成を示すブロック図。

【図2】本発明に基づく生体光計測および計測制御部の構成例を示すブロック図。

【図3】本発明に基づく予備計測におけるバイアス調整回路及び増幅器設定の手順図。

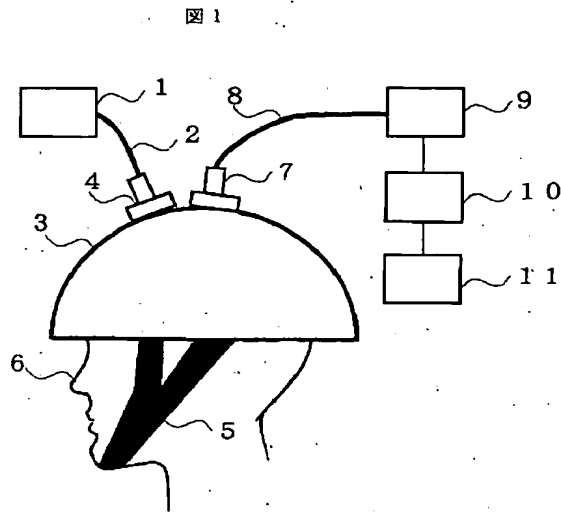
【図4】本発明に基づく本計測中におけるバイアス調整回路及び増幅器設定の説明図。

【符号の説明】

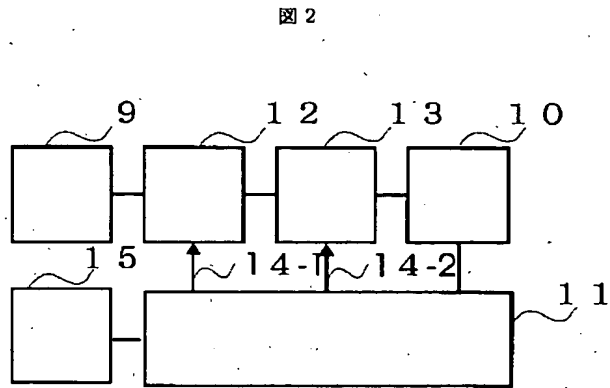
1…光源部、2…照射用光ファイバー、3…固定具、4…光ファイバーガイド、5…固定ベルト、6…被験者、7…光ファイバーガイド、8…集光用光ファイバー、9

7
8
…光検出部、10…アナログ-デジタル変換器、11 *…増幅器、14-1…バイアス調整回路制御線、14-2…信号処理制御表示部、12…バイアス調整回路、13* 2…増幅器制御線、15…記憶装置。

【図1】

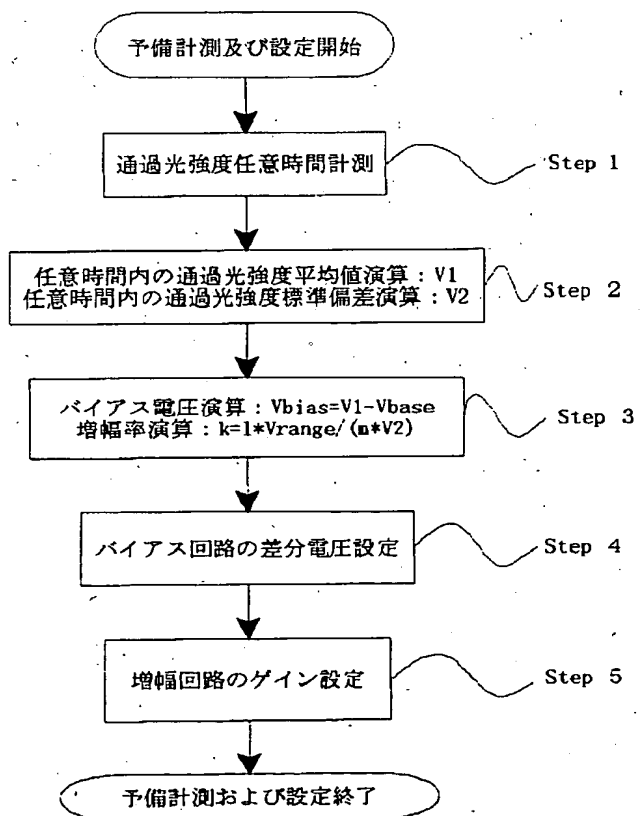


【図2】



【図3】

図3



【図4】

図 4

